

Ontwikkeling en marktimplementatie van biologisch afbreekbare bindbuis

B.J. van der Sluis en G.J.J. Schennink

Praktijkonderzoek Plant en Omgeving,
sector Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit
PPO-projectnummer 32 311173 00 / 32 360371 00

Lisse, november 2009

© 2009 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.



Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van:

Productschap Tuinbouw

Postbus 280
2700 AG Zoetermeer
Louis Pasteurlaan 6
2719 EE Zoetermeer

Tel.: 079 3470707

Fax: 079 3470404

Email: info@tuinbouw.nl

Projectnummer: 32 311173 00/32 360371 00

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit

Adres : Prof. Van Slogterenweg 2

: Postbus 2160 AB Lisse

Tel. : 0252 462121

Fax : 0252 462100

E-mail : info.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
1 Inleiding.....	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Doelstelling	8
1.3 Aanpak	8
1.4 Mogelijkheden marktintroductie	11
1.4.1 Gebruikshoeveelheden in Nederland	12
1.4.2 Voordelen bij introductie biologische afbreekbare bindbuis	12
1.4.3 Ervaringen met het introduceren biobindbuis in de praktijk.	12
1.4.4 Economische kengetallen	13
2 Materiaalontwikkeling (AFSG)	15
3 Resultaten praktijkproeven	19
3.1 Resultaten tot 2002 (eerste prototypen).....	19
3.1.1 Verwerkbaarheid in de praktijk	19
3.1.2 Ondergrondse verteerbaarheid	19
3.1.3 Bovengrondse degradatie.....	20
3.1.4 Proef opschaling.....	20
3.2 Resultaten fase 2 – 2005/2006	21
3.2.1 Spillenteelt – 2005/2006	21
3.2.2 Bindbuis in teelt van opzetters 2006	22
3.3 Resultaten fase 3 – 2007/2008	23
3.3.1 Eerste groeiseizoen	23
3.3.2 Tweede groeiseizoen	23
4 Conclusies.....	27
4.1 Eerste prototypen tot 2002.....	27
4.2 Fase 2 2005/2006	27
4.3 Fase 3 2007/2008	27
4.4 Slotconclusie en aanbevelingen	28

Samenvatting

In de laanboomsector wordt veel gebruik gemaakt van bindbuis om een kwalitatief goed eindproduct af te kunnen leveren. Na de teelt vormt het bindbuis een afvalprobleem. Opruimen is arbeidsintensief en ondanks alle zorgvuldigheid van de kweker blijft veel achter op de percelen. De bindmaterialen zijn gemaakt van PVC en kunnen niet verteren. De kwekers zijn zeer geïnteresseerd in de toepassing van biologisch afbreekbare varianten.

Door PPO is in samenwerking met AFSG vanaf 2000 gewerkt aan het ontwikkelen en testen van biologisch afbreekbare bindbuis in de teelt van laanbomen. Het doel was om een bindbuis te ontwikkelen die aan alle gestelde eisen van de kwekers voldoet. De eisen zijn:

- Goede verwerkbaarheid van het materiaal bij het aanbrengen;
- Geen bastinsnoering;
- Voldoende lange gebruiksduur (minimaal twee groeiseizoenen);
- Degradatie; het afvalproduct verteert langzamerhand in de bodem.

Productontwikkeling en veldtesten

In het project zijn de volgende fasen te onderscheiden:

1. Ontwikkeling van de eerste prototypen; het selecteren van geschikte basismaterialen en de eerste testen en bevindingen in de praktijk.
2. Verbetering van prototypen; van de perspectiefvolle materialen werd proefmateriaal vervaardigd waarmee veldtesten op laanboombedrijven werden uitgezet. Hoewel de prototypen op verwerkbaarheid redelijk goed scoorde, bleek de duurzaamheid tegen te vallen. Na één seizoen was het degradatieproces al te ver op gang gekomen.
3. Verdere verbetering van de eerder ontwikkelde prototypen en het testen van een nieuw op de markt gebracht materiaal uit Zuid-Korea. Met dit laatste materiaal zijn goede resultaten behaald. Alle functionele aspecten zijn positief beoordeeld. Omdat het een nieuwe grondstof betreft is er nog onduidelijkheid over de afbreekbaarheid in de grond.

Potentiële producent

Vanaf het begin van het project zijn gesprekken gevoerd met een producent over de marktintroductie. In de laatste fase (3) is een andere fabrikant gevonden omdat de eerste niet bij machte was de ontwikkeling verder te trekken. Bij dit tweede bedrijf bestaat op dit moment nog de onzekerheid of een marktpositie reëel is.

Economische haalbaar

Biologisch afbreekbare bindbuis is duurder dan regulier PVC bindbuis. Dit wordt veroorzaakt door de hogere grondstofprijzen en hogere productiekosten. Anderzijds resulteert de toepassing van bio-bindbuis in lagere arbeidskosten omdat het afval niet meer hoeft te worden opgeruimd. Ook is de kans op kwaliteitachteruitgang kleiner vanwege een minder risico op bastinsnoering bij gebruik van bio-bindbuis. Volgens modelberekeningen resulteert dit in een (klein) positief saldo.

Toekomst

Vanuit de sector is veel belangstelling voor deze ontwikkeling. In 2009/2010 zal naar verwachting de marktintroductie verder vorm gegeven worden. Onderzoek wat betreft de afbreekbaarheid in de grond wordt aanbevolen.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De kwaliteit van het opweekmateriaal in de laanboomteelt is van een hoog niveau. Een belangrijk punt hierbij is dat de stammen recht zijn. Om dat te bereiken wordt tijdens de opkweek de boomstam aan een tonkinstok gebonden door middel van bindbuis (foto 1.1)



Foto 1.1 Spillen aangebonden aan tonkinstokken

Aan het einde van de opkweek en voorafgaand aan het rooiproces wordt het bindbuis los gesneden, verzameld en afgevoerd. Niet opgeruimd bindbuis blijft achter op percelen, kan niet verteren (PVC) waardoor zich geleidelijk afval ophoopt. In het streven naar duurzame, maatschappelijk aanvaardbare teeltmethoden past het beperken van afvalstromen die horen bij het productieproces. Het opruimen van het bindmateriaal is arbeidsintensief. De arbeid die gemoeid is met het lossnijden en verzamelen van het bindbuis bedraagt circa 216 minuten per 1000 bomen (taaktijden, IMAG, rapport 203).

Daarnaast speelt bij het gebruik van regulier PVC-bindbuis het risico op insnoering van de stam een rol. Wanneer bindbuis te lang aangebonden zit, kan als gevolg van secundaire diktegroei insnoering ontstaan Foto 1.3). Dit resulteert in onverkoopbare bomen.



Foto 1.2 en 1.3. Afval (losgeknipt bindbuis) en ingroei van bindbuis bij diktegroei stam

Het gebruik van biologisch afbreekbaar bindbuis dient dus meerdere doelen. Naast een reductie van de hoeveelheid afval in de boomkwekerij wordt ook een arbeidsbesparing gerealiseerd en meer leverbare bomen.

Het onderzoek, geïnitieerd door de Cultuurgroep Laanbomen (CL) van de NBvB, werd financieel ondersteund door Productschap Tuinbouw (PT) en aangestuurd vanuit Cultuurgroep Laan- Bos en Parkbomen van de NBvB.

1.2 Doelstelling

Het onderzoek moet inzicht geven in de toepasbaarheid van biologisch afbreekbaar bindbuis in de teelt van laanbomen. Vier technische aspecten zijn daarbij belangrijk:

- Functie aan de boom (gedrag in de tijd t.a.v. secundaire diktegroei); het biobindbuis mag de groei en ontwikkeling niet negatief beïnvloeden, met name op het gebied van bastinsnoering.
- De verwerkbaarheid in de praktijk; de handling van het product dient zoveel mogelijk overeen te komen met het huidige PVC-product (knoopbaarheid e.d.).
- Gebruiksduur (stabiliteit van het materiaal); in de teeltfase moet het bindbuis niet te snel afbreken. Het streven is twee groeiseizoenen.
- Verteerbaarheid; zodra het bindbuis niet meer functioneel is, moet het in de grond verteren en mogen er geen schadelijk reststoffen ontstaan.

Daarnaast was het vinden van een geschikte marktpartij een belangrijke doelstelling.

1.3 Aanpak

- De werkwijze is opgesplitst in drie fasen:
Fase 1: Het ontwikkelen van geschikte prototypes.
Fase 2: Het verbeteren van het beste prototype uit fase 1 en de eerste contacten met potentiële producenten.
Fase 3: Verder verbeteren van het prototype en testen van nieuw op de markt verschenen materialen. Samenwerking met en overdracht van expertise aan de marktpartij (en).
- De projectuitvoering lag gedeeltelijk bij PPO (veldtesten) en gedeeltelijk bij AFSG, Agrotechnology and Food Sciences Group, Business Unit: Biobased Products (productontwikkeling). Tussen PPO en AFSG vond op regelmatige basis overleg en afstemming plaats. De projectleiding lag bij PPO (tevens kennis-eigenaar) en AFSG was betrokken in de projectuitvoering.
- Primair werd het project gefinancierd door Productschap Tuinbouw (fase 1 en 2). Tussen fase 2 en 3 heeft ook het ministerie van LNV een belangrijke bijdrage geleverd (om de innovatieparadox te doorbreken) en zijn twee kennisvouchers (Senter Novem) ingezet om aanvullende vragen vanuit de sector te beantwoorden. In andere tussenliggende perioden heeft PPO de nodige contacten met diverse marktpartijen uit eigen middelen gefinancierd.

Fase 1 (2000-2002)

Door het AFSG (voormalig ATO) te Wageningen is een aantal prototypes ontwikkeld. Hieruit zijn twee prototypen geselecteerd die op praktijkniveau toepasbaar waren (de uiteindelijk verkozen materialen waren gebaseerd op de biologisch afbreekbare materialen Ecoflex® van BASF en Eastar Bio® van Eastman Chemical). Vervolgens zijn deze twee materialen getoetst op drie onderdelen:

1. Inventarisatie van de verwerkbaarheid van het materiaal in de praktijk. Op 18 boomteeltbedrijven is het bindbuis kleinschalig ingezet. De bevindingen van de kwekers zijn door middel van een schriftelijke enquête geïnventariseerd.
2. Bepalen van de ondergrondse verteerbaarheid van de prototypen. In een statistisch betrouwbare veldproef in Horst (zand) en Randwijk (klei) zijn twee prototypes getoetst op de snelheid waarmee het materiaal verdwijnt in het milieu. Eenheden (kisten) met 10 monsters zijn 30-40 cm ingegraven. Driemaandelijks werden vooraf gewogen stukjes buis opgegraven en teruggewogen.
3. Bepalen van de bovengrondse degradatie en mogelijke ingroei tijdens de secundaire diktegroei.

In 2002 is van het meest perspectiefvolle prototype een grotere hoeveelheid uitgezet op praktijkbedrijven.



Foto 1.4 Prototypen bindbuis

Specifieke activiteiten die plaatsvonden zijn

- overleg met en coaching van de potentiële producent,

Fase 2 (2004-2006)

Het werkplan is in overleg met AFSG opgesteld. Daarin werd de volgende planning gemaakt:

- Materiaalverbetering (juni t/m oktober 2004). Het materiaal van het prototype dat in fase 1 het best bruikbaar was, is verbeterd. Twee materiaalaspecten kregen nadere aandacht:
 - Flexibiliteit van het materiaal tijdens het aanbinden van de bomen. Deze modificatie kon o.a. worden gerealiseerd door het toevoegen van additieven (bijv. weekmakers) aan de gebruikte basismaterialen..
 - De UV-gevoeligheid van het materiaal. Ook deze eigenschap kon d.m.v. het toevoegen van additieven verbeterd worden. Het doel was hierbij dat de duurzaamheid van het materiaal minimaal 1,5 jaar zou zijn (onder lichtcondities zoals deze in Nederland voorkomen).
- Productie van testbuis (november - december 2004); aan het einde van het materiaalverbeteringstraject werd t.b.v. de praktijktoetsen een hoeveelheid testbuis geproduceerd. AFSG produceerde hiervoor allereerst een hoeveelheid gemodificeerd granulaat d.m.v. extrusie. Hiervan is door de potentiële producent bindbuis t.b.v. de veldproeven gemaakt.
- Overleg met de boomkwekerijsector en introductie van de innovatie d.m.v. demonstratie(s).
- Er zijn drie veldproeven uitgevoerd waarin de biologische afbreekbare bindbuis werd getoetst op functionaliteit (verwerkbaarheid, functie aan de boom) en het verouderingsproces.
- In totaal zijn vijf varianten getoetst, waarvan één PVC-variant (referentie) op drie bedrijven:
 - Bedrijf 1: spinnen, eerste teeltjaar, *Fraxinus ornus*, aanbinden op 19 mei 2005 (oriëntatie)
 - Bedrijf 2: spinnen, eerste teeltjaar, *Malus trilobata*, aanbinden op 11 mei 2005
 - Bedrijf 3: opzetters, teelt *Fraxinus excelsior* en *Platanus hispanica*, aanbinden op 1 september 2005.
- Waarnemingen:
 - Bedrijf 1: 17 oktober 2005
 - Bedrijf 2: 10 november 2005
 - Bedrijf 3: 1 augustus 2006

Fase 3 (2007-2008)

Het werkplan is wederom in overleg met AFSG opgesteld. Daarin werd de volgende planning gemaakt:

- Verdere materiaalverbetering (oktober t/m december 2006). Het materiaal van het prototype dat in fase 2 het best bruikbaar was, is verder verbeterd. Daarnaast is een in 2006 nieuw op de markt gebracht materiaal getest dat minder (of geen) additieven verlangt. De volgende twee materiaalaspecten kregen nadere aandacht:
 - Het materiaal/product moet tijdens de teelt van de bomen voldoende rek behouden. Deze modificatie wordt d.m.v. het toevoegen van weekmakers geconcretiseerd. Een andere oplossing werd gevonden door gebruik te maken van een ander, nieuw op de markt gebracht materiaal dat van zichzelf al een betere flexibiliteit heeft (taak AFSG). De

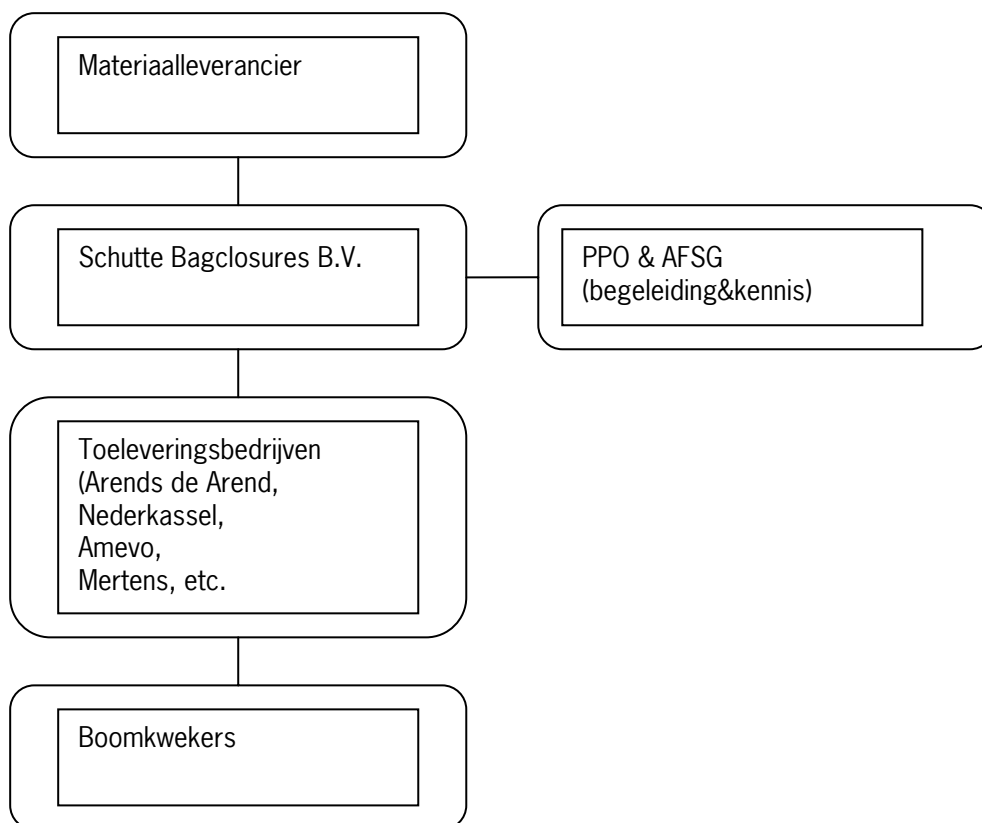
verwachting was daarom dat er minder gebruik gemaakt hoefde te worden van additieven als weekmakers e.d.

- Het materiaal/product is nog te UV-gevoelig waardoor de duurzaamheid van de tot op heden ontwikkelde buis te beperkt is. Ook deze eigenschap zal d.m.v. het toevoegen van additieven aangepast worden, zodat de duurzaamheid van het materiaal minimaal twee groeiseizoenen is (taak AFSG).
- Overleg met de boomkwekerijsector en introductie van de innovatie d.m.v. demonstratie(s).
- Productie testbuis (oktober – december 2006); Aan het einde van het materiaalverbeteringstraject werd t.b.v. de praktijktoetsen een hoeveelheid testbuis geproduceerd door de potentiële fabrikant. AFSG produceerde hiervoor allereerst een hoeveelheid gemodificeerd granulaat (d.m.v. extrusie). AFSG heeft laboratoriumtests uitgevoerd.
- Er zijn twee veldproeven aangelegd waarin de biologische afbreekbare bindbuis is getoetst op functionaliteit (verwerkbaarheid, functie aan de boom) en het verouderingsproces. In totaal zijn vijf varianten getoetst, waarvan één pvc-variant (referentie):
Bedrijf 1 – spullen, eerste en tweede teeltjaar (6/8), *Prunus serrulata* 'Royal Burgundy'. De veldproef is uitgezet op 21 mei 2007 en 12 juni 2007.
Bedrijf 2 – opzetters, teelt *Fraxinus excelsior*, tweede (6/8), en derde teeltjaar teeltjaar (10/12, 12/14). De veldproef is uitgezet op 12 juli 2007
- Waarnemingen zijn uitgevoerd op:
 - Bedrijf 1: 18 december 2007 en 11 november 2008
 - Bedrijf 2: 18 december 2007 en 11 november 2008

1.4 Mogelijkheden marktintroductie

In de eerste fase van het onderzoek hebben gesprekken plaatsgevonden tussen de deelnemende partijen (PPO, beoogd fabrikant en AFSG) over het op de markt brengen van biologisch afbreekbare bindbuis. In de tweede fase heeft dezelfde fabrikant ook bindbuis vervaardigd onder begeleiding van AFSG. De vereiste hoeveelheid is begin 2005 aangeleverd. Later bleek dat de beoogde producent niet bij machte de ontwikkeling verder te trekken. In 2006 is een nieuwe geïnteresseerde fabrikant benaderd (Schutte Bagclosures B.V.). Dit bedrijf heeft in de derde fase biologisch afbreekbare bindbuis vervaardigd en de vereiste hoeveelheid testmateriaal is begin 2006 aangeleverd. Schutte is een fabrikant van diverse soorten zaksluitingen voor o.a. de agricultuur waaronder opbindmateriaal wijnbouw en clips voor tuinbouwgewassen e.d. Aan Schutte werd onder begeleiding van AFSG de expertise om de compound en de buis te maken overgedragen. Bij dit bedrijf bestaat op dit moment nog onzekerheid of een marktpositie reëel is. Niet alleen vanwege de prijs, maar ook omdat de boomteelt een relatief kleine en specifieke markt is. In onderstaand schema is de keten in beeld gebracht. PPO is eigenaar van de receptuur.

Schema 1.1 De bindbuis-keten



1.4.1 Gebruikshoeveelheden in Nederland

In de teelt van laanbomen worden hoge kwaliteitseisen gesteld. De afnemers willen alleen bomen met een rechte stam. Daardoor is het gebruik van bindbuis in de teelt steeds meer gemeengoed geworden en wordt het nu als onontbeerlijk beschouwd om vermarktbaar bomen te telen. In Nederland wordt op ruim 4.000 ha laanbomen gekweekt die voor het merendeel worden aangebonden. Naar schatting wordt jaarlijks in Nederland in de teelt van laanbomen bijna 120.000 kg bindbuis gebruikt.

1.4.2 Voordelen bij introductie biologische afbreekbare bindbuis

De volgende specifieke voordelen van toepassing van biologische afbreekbare bindbuis kunnen genoemd worden:

- *Minder afval*
De Nederlandse boomkwekerijsector stelt preventieplannen op om het ontstaan van afval zoveel mogelijk te voorkomen of op een verantwoorde manier te verwerken.
- *Arbeidsbesparing*
Tijdens of na de teelt dient normaliter niet-functioneel bindbuis verzameld en opgeruimd te worden. Door gebruik te maken van een biologisch afbreekbare variant valt deze noodzaak weg en levert een aanzienlijke arbeidsbesparing op.
- *Arbeidsomstandigheden*
Niet alleen het aanbinden van de bomen, maar ook verwijderen en opruimen valt in de categorie 'eentonige en repeterende' werkzaamheden. Dit wordt in de teelt van laanbomen als een knelpunt ervaren. Daarnaast wordt steeds meer gezocht naar mogelijkheden voor arbeidsverlichting.
- *Groen imago*
Toepassen van biologisch afbreekbare hulpmaterialen past uitstekend in een biologisch en/of geïntegreerde bedrijfssysteem. Onlangs is de doelstelling van milieubewust telen opnieuw geformuleerd in de toekomstvisie laanbomen 'Bomen Blijven' en dit ook uit te dragen in de samenleving.
- *Kwaliteit*
Het afbreekbare product verliest haar functie na twee groeiseizoenen waardoor het risico van insnoering beduidend minder is. Indien het reguliere PVC-materiaal niet tijdig wordt losgesneden bestaat het risico van insnoering.

1.4.3 Ervaringen met het introduceren biobindbuis in de praktijk.

Gedurende de ontwikkelingsperiode van biologisch afbreekbaar bindbuis is op diverse tuinbouwbeurzen de aandacht gevestigd op de ontwikkeling afbreekbare bindmaterialen. Er zijn diverse gesprekken gevoerd met geïnteresseerde telers. Doel hiervan was om de toekomstige gebruikers kennis te laten nemen van deze innovatie en tegelijkertijd de performance tijdens het gebruik van het biobindbuis te toetsen. De 'verwerkbaarheid' van het product is een zeer belangrijk criterium. Immers het aanbinden van laanbomen behoort tot vaak terugkerende en langdurige handelingen in het teeltseizoen. Daarom dient het product zeer gebruiksvriendelijk te zijn en qua gebruikseigenschappen overeen te komen met het reguliere product.

Tijdens grotere manifestaties is in de looptijd van fase 2 en 3 biobindbuis gepresenteerd door middel van demonstraties (tabel 1.1). De reacties van de toekomstige gebruikers zijn overwegend positief maar ook tegenstrijdig. Enerzijds zijn boomkwekers zeer geïnteresseerd in de ontwikkeling van biologisch afbreekbaar bindbuis en zijn ze bereid de ontwikkeling met positieve adviezen te ondersteunen. Anderzijds blijkt er veel terughoudendheid te bestaan als het product mogelijk een andere 'handling' behoeft in vergelijking met het reguliere product.

Dit geldt ook voor de productprijs. De vraag is of de teler bereid is een hogere prijs te betalen terwijl op basis van bedrijfseconomische berekeningen aangetoond kan worden dat door arbeidsbesparing een bij aankoop duurder product nog steeds interessant is (zie par. 1.5.4).

Tabel 1.1 Communicatieuitingen biobindbuis

1	Boomteelttechniekdagen: 22/23 juni 2005
2	Groot Groen: 5-7 oktober 2005
3	Plantarium 2006: 23-26 augustus
4	Groot Groen: 4-6 oktober 2006.
5	4/5 oktober 2006 GKL (Gesellschaft für Kunststoffe im Landbau)
6	21 sept 2007 laanboomdagen Opheusden

1.4.4 Economische kengetallen

Bedrijfseconomisch zal de kweker enerzijds moeten rekenen op extra kosten van biologisch afbreekbaar bindbuis door een hogere grondstofprijs. Aan de andere kant resulteert het in arbeidsbesparing omdat het bindbuis niet meer opgeruimd hoeft te worden en meer leverbare bomen omdat het risico op insnoering minder groot is. Tenslotte wordt door het gebruik van afbreekbaar bindbuis het imago van de sector versterkt.

Het wegvallen van verzamelen en verwijderen van bindbuis bespaart de kweker per ha spullen en opzetters resp. €735 en €417 aan arbeidskosten. De kwaliteitsverbetering door gebruik van bio-bindbuis (minder ingesnoerde bomen) resulteert in minder onverkoopbaar product en is voor de teelt van spullen en opzetters geschat op resp. €280,- en €331,- per hectare.

Op basis van prijsberekeningen van een potentiële fabrikant is de eindgebruikerprijs van bio-bindbuis voor toepassing in de spillenteelt (2.5 mm) ruim tweemaal hoger dan het reguliere product en in de teelt van opzetters 50% hoger. In de teelt van spullen is het volgens modelberekeningen (zie tabel 1.2) mogelijk met biologisch afbreekbare bindbuis een klein positief saldo te realiseren. In de teelt van opzetters is het saldo nog wat hoger.

Tabel 1.2 Economische kengetallen bij de toepassing van biologisch afbreekbare bindbuis

	Bindbuis (2.5 mm)	Bindbuis (4.5 mm)
Toepassing	Laanbomen (spullen)	Laanbomen (opzetters)
Gebruik/jaar (kg)	20.000 kg	96.000 kg
Prijs/1000 m (basis PVC-nieuw)	€17,29	€43,75
Prijs/kg (basis bio)	€37,61	€67,58
Meerkosten/ha tov PVC	€848	€343
Arbeidsbesparing/ha	€735	€417
Minder onverkoopbaar/ha	€280	€331
Saldo	€167	€ 405

2 Materiaalontwikkeling (AFSG)

Technische beschrijving

In de laatste decennia van de vorige eeuw zijn op basis van fundamenteel onderzoek biologisch afbreekbare plastics beschikbaar gekomen voor de agrarische sector. Het vervangen van bindmaterialen van PolyVinylChloride (PVC) door biologisch afbreekbaar bindmateriaal leek een reële optie. Daarom is door de onderdelen PPO en AFSG onderzoek gedaan naar mogelijkheden om bindbuis biologisch afbreekbaar te maken van optimaal functionele materialen.

De bindbuis is gemaakt van een zogenaamde compound. Deze bestaat uit een combinatie van verschillende beschikbare 'grades' van bioplastics waaraan daarnaast nog additieven (zoals weekmakers) zijn toegevoegd. Door middel van buisextrusie zijn de prototypen uiteindelijk geproduceerd. Aandachtpunten zijn geweest: E-modulus (stijfheid), rek bij breuk en treksterkte. Ook werd getoetst op UV-bestendigheid en bio-afbreekbaarheid. Het onderstaande betreft een samenvatting van de onderzoeken die bij AFSG gedurende fase 1, 2 en 3 zijn uitgevoerd. Een volledige, technisch inhoudelijke rapportage is op aanvraag leverbaar..

Fase 1 (1999-2002)

Allereerst is gestart met een karakterisatie van de PVC-bindbuis zoals nog steeds gebruikt. Hierbij is vooral de nadruk gelegd op de mechanische eigenschappen, omdat uit enquêtes was gebleken dat hieraan de meeste waarde werd gehecht. Ook is op basis van dezelfde enquête een keuze gemaakt voor de dimensies van de bindbuis zoals als eerste te imiteren:

- Buitendiameter: 4.5 mm
- Wanddikte: 0.35 mm

De mechanische eigenschappen van deze specifieke bindbuis konden als volgt worden vastgesteld:

- E-modulus (maat voor de flexibiliteit; hoe lager hoe meer flexibel): 10-30 MPa
- Treksterkte: 15-25 MPa
- Breukrek: 250-350 %

Op basis van bovengenoemde eisen zijn de in 1999-2000 beschikbare bioafbreekbare materialen gescreend. De volgende klassen van materialen zijn de revue gepasseerd.

1. Cellulose-derivaten in het bijzonder cellulose-acetaten
2. Polymelkzuur gebaseerde materialen
3. Polycaprolacton (PCL) gebaseerde materialen
4. Bacteriele polyesters, zgn. PHA's en PHB's
5. div. (co)-polyesters, zoals Ecoflex[®], Eastar Bio[®], BAK[®], Bionolle[®]
6. Materialen bestaande uit hoofdzakelijk thermoplastisch zetmeel
7. Blends van (thermoplastisch) zetmeel en poly-esters, zoals Bioplast[®]
8. Materialen op basis van industriële eiwitten

Uit de totale lijst van beschikbare materialen is een eerste selectie gemaakt. Een overzicht van geselecteerde materialen is in onderstaande tabel weergegeven.

Na een eerste proefproductie van buis is er uiteindelijk voor gekozen om van het buis op basis van Eastar Bio[®] (prototype 1; diverse vulstoffen toegevoegd om het mechanisch gedrag verder te verbeteren) en op basis van Ecoflex[®] (prototype 2; geen extra additieven toegevoegd) een grotere hoeveelheid te maken voor verdere praktijkproeven.

Tabel 2.1 Overzicht van meest geschikte materialen voor bindbuis (status 1999-2000)

	E-modulus (MPa)	Prijs per kg	Afbraaksnelheid
Referentie			
1. PVC	10-30	€ 1,-	-
Snelle afbraak			
2. PCL Tone 787	400	> € 5,-	+
3. Bionolle #3010	350	> € 5,-	+
4. Eastar Bio	70-80	€ 3.5-4	+
5. Bak 404-004	260	€ 3-3.5	+
6. Bioplast GF 101	300	€ 3-3.5	++
Langzame afbraak			
7. Ecoflex F BX7011	70-80	€ 3.5-4	±

Fase 2 (2004-2006)

In fase 2 van de ontwikkeling zijn we uitgegaan van Ecoflex[®] als basismateriaal. Eastar Bio[®] is niet meer verkrijgbaar. Twee materiaalaspecten kregen nadere aandacht:

- Verbetering van de flexibiliteit (lees: verlaging van E-modulus) van de buis.
- Verbetering van de UV-stabiliteit van Ecoflex

Flexibiliteit

De stijfheid van een kunststof kan significant worden verlaagd door een weekmaker te gebruiken. Om een geschikte weekmaker te vinden werd gestart met een screening van een aantal commercieel verkrijgbare weekmakers die goed compatibel zijn met Ecoflex[®]. Dit houdt in dat de weekmakers niet ontmengen gedurende gebruik en voor een significante daling in stijfheid zorgen,

Tabel 2.2 Overzicht resultaten combinatie weekmaker en Ecoflex[®]

Weekmaker	Dosering (PPH)	Max. Spanning (Mpa)	Breukrek (%)	E-modulus (Mpa)	Prijs (euro/kg)	Opmerking
Blanco (geen weekmaker)	-	46.9 (5.0)	820 (52)	84 (3)		
Weekm 1	15	36.1 (5.1)	960 (63)	45 (0)	4.00	
	25	25.8 (1.6)	858 (17)	34 (2)		
	35	27.3 (1.3)	962 (15)	27 (1)		
Weekm 2	15	33.6 (8.4)	951 (37)	49 (1)	3.95	
	25	-	-	-		A
	35	-	-	-		A
Weekm 3	15	40.2 (2.3)	948 (20)	45 (1)	5.00	
	25	26.9 (0.7)	835 (37)	35 (0)		
	35	20.0 (2.5)	735 (92)	27 (1)		B
Weekm 4	15	38.1 (4.3)	948 (61)	48 (1)	5.50	
	25	27.6 (4.6)	839 (45)	38 (1)		
	35	32.0 (3.6)	1000 (54)	33 (1)		B
Weekm 5	15	35.2 (9.0)	1008 (1)	47 (1)	3.00	
	25	28.3 (1.8)	875 (10)	36 (1)		
	35	30.0 (3.4)	959 (41)	27 (2)		
Weekm 6	15	33.5 (9.1)	962 (35)	47 (1)		
	25	-	-	-		A
	35	-	-	-		A
Weekm 7	15	-	-	-		A
	25	-	-	-		A
	35	-	-	-		A

A. Ontmenging weekmaker direct na persexperiment.

B. Ontmenging weekmaker tijdens beoordeling na 1 maand conditioneren bij 50% RV en 20°C.

De weekmakers 2, 6 en 7 laten direct na verwerking al duidelijk ontmenging uit Ecoflex® zien en zijn derhalve geen goede weekmaker voor dit materiaal. Van deze samenstellingen werden dan ook geen eigenschappen bepaald. Weekmaker 1, 3, 4 en 5 blijken direct na verwerking allen goed compatibel met Ecoflex® in hoeveelheden tot minimaal 35 PPH. Het effect van deze weekmakers op de stijfheid (E-modulus) van Ecoflex® blijkt daarbij ook zeer goed onderling vergelijkbaar. Gebruik van 15PPH van een van deze componenten resulteert in een daling van de stijfheid ten opzichte van blanco Ecoflex® met een factor 2. Bij gebruik van 35 PPH daalt stijfheid met een factor 3. Na een maand conditioneren blijkt bij een dosering van 35 PPH weekmaker 3 en 4 toch iets te ontmengen. Dit maakt deze componenten minder goed toepasbaar als weekmaker. Concluderend wordt gesteld dat van de geteste componenten weekmaker 1 en 5 het meest geschikt is als weekmaker voor Ecoflex®.

UV-stabiliteit

Kunststoffen die worden blootgesteld aan UV-straling kunnen afhankelijk van hun chemische structuur UV-straling absorberen. De UV-stabiliteit van kunststofproducten kan worden getest door langdurige blootstelling aan atmosferische omstandigheden. Omdat de negatieve effecten veroorzaakt door UV-straling in een dergelijk geval vaak pas na maanden of zelfs jaren zichtbaar zijn wordt in de praktijk vaak gebruik gemaakt van versnelde veroudering. Een van de mogelijkheden een product versnelde veroudering te laten ondergaan is met behulp van een Suntester. Door een lichtbron te kiezen met een spectrum (nagenoeg) gelijk aan de te simuleren omstandigheden maar met een duidelijk hoger vermogen kan de licht- en dus stralingsbelasting binnen een aanmerkelijk kortere tijd worden gedoseerd. Een protocol voor het uitvoeren van een dergelijk proef staat beschreven in de ISO 4892-2 norm. De experimentele opzet zoals in dit project gebruikt maakt gebruik van een lichtbron die atmosferische omstandigheden simuleert waarbij 1000 uur blootstelling aan deze bron overeenkomt met 1 jaar veroudering onder atmosferische omstandigheden in Nederland. De gebruikte norm voor indicatie van UV-stabiliteit werd overgenomen uit de foliebranche en stelt dat een product als UV-stabiel kan worden betiteld tot op het moment waarop de breukrek van een materiaal is gereduceerd tot 50% van de waarde die voor de veroudering werd gemeten.

Tabel 2.3 Overzicht UV-stabiliteit (gemodificeerde) Ecoflex®- samenstellingen

Samenstelling	Breukrek na 0 mnd. sim. (% t.o.v. initiële breukrek)	Breukrek na 8 mnd sim. (% t.o.v. initiële breukrek)	Breukrek na 18 mnd sim. (% t.o.v. initiële breukrek)
Blanco Ecoflex®	100	5.5	1.7
Ecoflex® & 0.5% UV-wit 1	100	9.1	n.v.t.
Ecoflex® & 6.0% UV-wit 2	100	94.5	55.5
Ecoflex® & 4.0% UV-zwart 1	100	96.0	84.4
Ecoflex® & 1.0% UV-neutral 1	100	5.3	n.v.t.
Ecoflex® & 1.0% UV-neutral 2	100	74.3	7.4

Blanco Ecoflex kleurt tijdens UV-veroudering direct sterk bruin en is na een gesimuleerde periode van 8 maanden atmosferische omstandigheden al zeer bros. De breukrek is nog slechts 5.5 % van de initiële waarde. Na 18 maanden is het materiaal nog bruiner en is de breukrek nog verder afgenomen. Ecoflex is dus duidelijk geen 8 maanden UV-stabiel. Toepassing van 0.5% UV-wit 1 en 1.0% UV-neutral 1 zorgen niet voor de gewenste verbetering in stabiliteit. Na een gesimuleerde periode van 8 maanden ligt ook hier de breukrek duidelijk onder de 50% van de initiële waarde. 1.0% UV-neutral 2 geeft wel een significante verbetering van UV-stabiliteit. Echter de waarden in tabel 2.3 laten zien dat de UV-stabiliteit door toepassing van dit additief tussen de 8 en 18 maanden ligt. Door toepassing van 6.0% UV-wit 2 of 4.0% UV-zwart 1 wordt de UV-stabiliteit van Ecoflex (onder de gebruikte testomstandigheden) verhoogd tot minstens de gewenste 18 maanden. Het UV-zwart additief geeft daarbij de beste prestatie omdat bij applicatie van deze component na 18 gesimuleerde maanden de breukrek het minst is gedaald er derhalve de minste materiaaldegradatie heeft plaatsgevonden.

Beschrijving vervaardigde bindbuistypes:

Op basis van de hierboven beschreven testen is er uiteindelijk voor gekozen om van de volgende materiaalstellingen prototype series buis te gaan maken:

Prototype	aanduiding
• Ecoflex® + 5 % UV-zwart 1:	zwart bl
• Ecoflex® + 5% UV zwart 1 + 27.5 PPH weekmaker 1:	zwart I
• Ecoflex® + 5% UV zwart 1 + 27.5 PPH weekmaker 5:	zwart II
• Ecoflex® + 8% UV wit 2 + 27.5 PPH weekmaker 1:	wit I

Fase 3 (2007-2008)

Zoals beschreven in paragraaf 3.2 was het algemene beeld van de Ecoflex gebaseerde bindbuis uit fase 2 dat deze enerzijds te snel degradeerde en anderzijds nog steeds te stijf (te weinig "elasticiteit") was. Op basis van de eind 2006 - begin 2007 beschikbare informatie is er de keus gemaakt om verder te gaan langs 2 routes:

- Bindbuis op basis van Ecoflex waaraan een extra hoeveelheid UV-stabilisator en extra hoeveelheid weekmaker is toegevoegd.
- Bindbuis op basis van een nieuw in de markt geïntroduceerde poly-esterurethaan uit Zuid-Korea. Dit materiaal is van nature flexibeler dan Ecoflex®. In Zuid-Korea is d.m.v. testen bewezen dat dit materiaal in een industriële composteerinstallatie biologisch afbreekbaar is.

Beschrijving inleidende testen

Tabel 2.4 Overzicht resultaten combinatie weekmaker en poly-esterurethaan

Weekmaker	Dosering (pph)	Max. Spanning (Mpa)	Breukrek (%)	E-modulus (Mpa)	Opmerking
Blanco poly-esterurethaan	-	50.0 (4.4)	768 (27)	33.4 (1.3)	
Weekmaker 1	15	32.4 (1.6)	878 (22)	11.7 (6.9)	Prijs
	25	27.0 (1.1)	938 (9)	5.8 (2.9)	circa
	35	16.7 (1.7)	804 (66)	4.6 (0.3)	4 euro/kg
Weekmaker 5	15	32.5 (2.3)	882 (7)	27.8 (2.0)	Prijs
	25	26.1 (1.3)	927 (18)	10.4 (1.3)	circa
	35	15.7 (1.2)	744 (25)	3.9 (4.8)	3 euro/kg

De gebruikte poly-esterurethaan is veel minder UV-gevoelig dan Ecoflex. Het materiaal absorbeert bijna geen UV-licht. Er is daarom voor gekozen om vantevoren geen UV-stabiliteitstesten met dit materiaal uit te voeren.

Beschrijving vervaardigde bindbuistypes

Op basis van de resultaten van de inleidende testen zijn uiteindelijk de volgende prototypes van bindbuis gemaakt:

Prototype	aanduiding
• Poly-esterurethaan + 8 % UV-zwart 1 + 18 PPH weekmaker 1:	Type 2
• Poly-esterurethaan + 8 % UV zwart 1:	Type 4
• Ecoflex® + 8 % UV zwart 1 + 30 PPH weekmaker 1:	Type 5

De dimensies van de buis zijn zodanig gekozen dat de flexibiliteit van de bindbuis zo goed mogelijk in de buurt zou moeten komen van de PVC-bindbuis.

3 Resultaten praktijkproeven

3.1 Resultaten tot 2002 (eerste prototypen)

Op 18 praktijkbedrijven zijn in 2000 twee prototypen kleinschalig uitgezet. In Randwijk werd van twee prototypen de verteringsgraad gedurende een jaar periodiek bijgehouden. Op de proeftuin Meterikse Veld in Horst is dit uitgevoerd voor één prototype.

3.1.1 Verwerkbaarheid in de praktijk

De beoordelingsresultaten van de 18 bedrijven van twee prototypen staan gezamenlijk in tabel 3.1 In totaal zijn van 10 bedrijven de beoordelingresultaten verwerkt.

Bio-afbreekbaar bindbuis voldeed nog niet in vergelijking met bestaand materiaal. Veel kwekers vonden het nieuwe materiaal te stug, wat blijkt uit de lage score voor de knoopbaarheid, elasticiteit en sterkte van het materiaal. De knoopvastheid was echter voldoende en ook het aanbinden van de bomen kostte niet meer tijd dan bij de bestaande materialen. Ook bleek het werken met het materiaal niet extra belastend te zijn voor de handen.

Een specifieke eigenschap van het bio-afbreekbaar bindbuis is de verstrekbaarheid. In tegenstelling tot het gangbare materiaal is het minder goed mogelijk 'corrigerend' aan te binden.

Vrijwel alle kwekers zijn zeer geïnteresseerd in bio-afbreekbaar bindbuis. Als redenen worden genoemd: minder werk, minder ingroei en de milieuvriendelijkheid. Tenslotte waren de deelnemende de kwekers van mening dat de kleur van het materiaal zo onopvallend mogelijk dient te zijn.

Tabel 3.1 Beoordeling van de kwekers (10) met betrekking tot de verwerkbaarheid van de bindbuis.

Aspecten verwerkbaarheid	Waardering			
	positief	negatief	geen mening	Totaal
	(%)	(%)	(%)	(%)
Goed aan te binden	30	60	10	100
Verwerken (knopen)	10	90	-	100
Knoopvastheid	60	40	-	100
Beschadigen handen	50	20	30	100
Elasticiteit	30	70	-	100
Sterkte van het materiaal	30	70	-	100

3.1.2 Ondergrondse verteerbaarheid

Prototype 1 (Estar Bio[®] gebaseerd) degradeerde snel ondergronds. Reeds na 200 dagen waren de meeste monsters 30-50% verteerd. Latere meetgegevens lieten – vanwege het uiteenvallen van het materiaal - een (te) grote afwijking zien. Prototype 2 (Ecoflex[®] gebaseerd) liet op het oog weinig verandering zien. Echter de elasticiteit was na een jaar geheel verdwenen en het materiaal was bros geworden. Na 20 maanden begon het verteringsproces goed op gang te komen (foto 3.1). Met prototype 2 zijn in fase 2 en 3 de proeven voortgezet.



Foto 3.1 Bindbuis begint te verteren.

3.1.3 Bovengrondse degradatie

In Randwijk zijn beide prototypen beoordeeld op bovengrondse degradatie en eventuele ingroei bij secundaire diktegroei.

Overeenkomstig de ondergrondse degradatie vond de afbraak bij prototype 1 veel sneller plaats dan bij prototype 2. Tijdens de degradatie verliest het materiaal haar elasticiteit en wordt bros. Prototype 1 was na een half jaar dusdanig aangetast dat het afbreekt van de stam. Bij prototype 2 gebeurde dit na circa 1,5 jaar. Vanwege de snelle bovengrondse afbraak is de kans op ingroeien bij secundaire diktegroei derhalve vrijwel niet aanwezig.

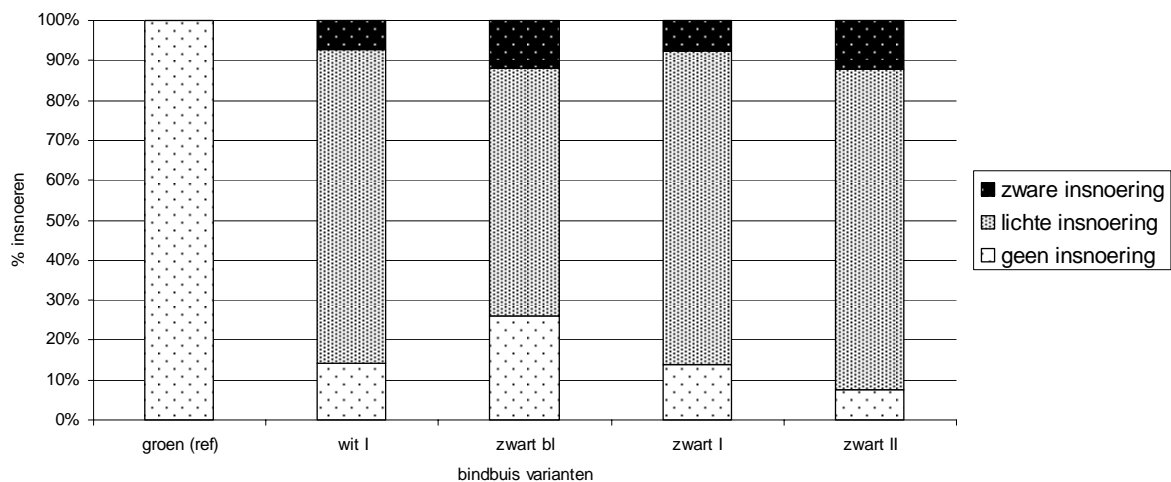
3.1.4 Proef opschaling

Op basis van de redelijk positieve resultaten met de prototype 2 is in 2002 7000 meter extra bindbuis op een beperkt aantal bedrijven uitgezet. De bevindingen met dit materiaal vielen tegen in de praktijk. De afbreesnelheid was hoger in vergelijking met de voorgaande test (na een half jaar was de meeste buis verdwenen van de boom). Ook de beoordeling van de kwekers op het gebied van verwerkbaarheid was slecht (product was te stijf).

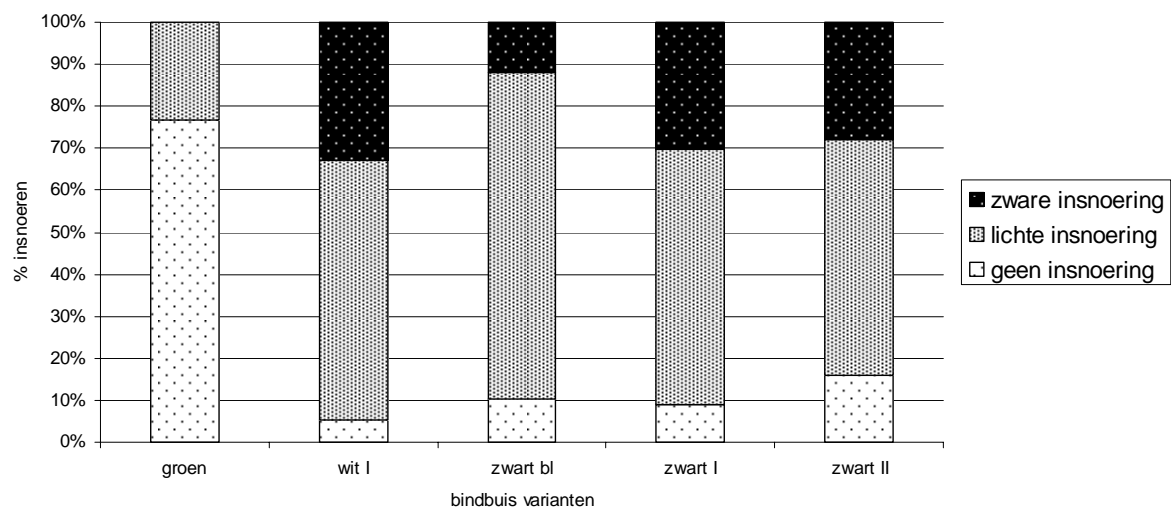
3.2 Resultaten fase 2 – 2005/2006

In de drie veldproeven is de kwaliteit jaarlijks in de herfst/winterperiode beoordeeld. Twee veldproeven vonden plaats in de teelt van spillen en één in de teelt van opzetters. In fase twee speelde in het eerste groeiseizoen degradatie van het materiaal nog geen rol is en is alleen getoetst op het voorkomen van insnoering.

3.2.1 Spillenteelt – 2005/2006



Grafiek 3.1 Resultaten na een groeiseizoen in 2005 in de teelt van spillen op bedrijf 1.



Grafiek 3.2 Resultaten na een groeiseizoen in 2005 in de teelt van spillen op bedrijf 2.

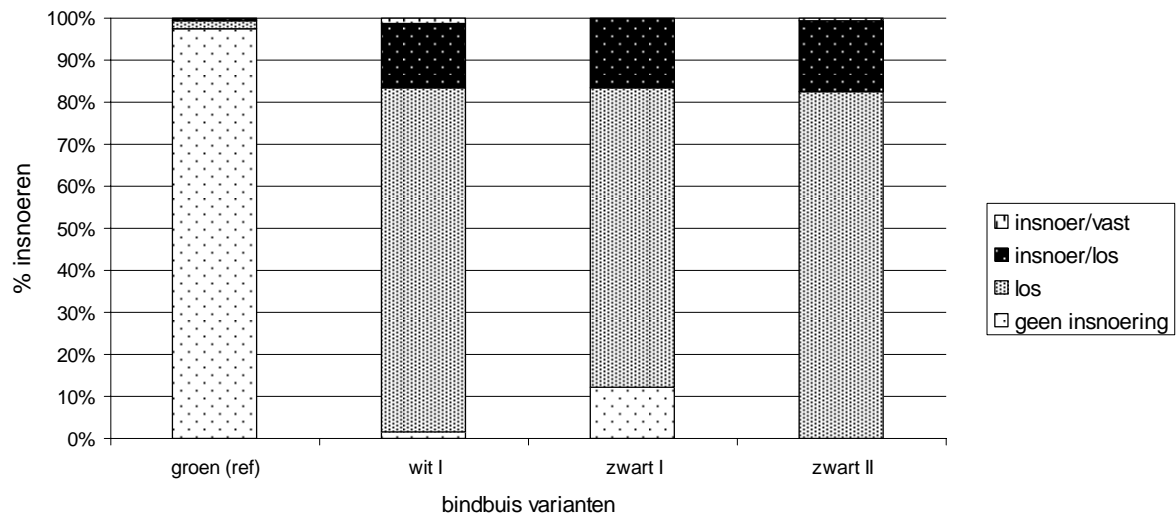
Eind 2005, na één groeiseizoen, werd geen vroegtijdige degradatie van het materiaal geconstateerd. De verwerkbaarheid van alle type bindmateriaal werd door de kwekers positief beoordeeld. Het meegroeien ('kruip') het bindmateriaal door diktegroei was beperkt. Hierdoor ontstond bij alle prototypen insnoering. De veldproeven in de spillen zijn vanwege kwaliteitsverlies door insnoering in 2006 niet voortgezet.



Foto 3.2 Te sterke insnoering na een groeiseizoen

3.2.2 Bindbuis in teelt van opzetters 2006

In 2006 is de veldproef alleen in de opzetterteelt voortgezet en zijn de bindingen beoordeeld op afbraakverschijnselen en insnoering.



Grafiek 3.3 Resultaten na 1,5 groeiseizoen in 2006 in de teelt van opzetters op bedrijf 3.

De degradatie van de prototypen in het tweede teeltseizoen was in augustus (2006) in ver gevorderd stadium en liep uiteen van 88-99%. Een groot deel van de bindingen was reeds losgeraakt (grafiek 3.3). De elasticiteit bij alle prototypen van het bindmateriaal 'kruip') was te beperkt. Hierdoor ontstond insnoering.

3.3 Resultaten fase 3 – 2007/2008

In de twee veldproeven is elk jaar de kwaliteit van het bindbuis in de herfst/winterperiode beoordeeld. De veldproeven vonden plaats in de teelt van spullen en in de teelt van opzetters.

3.3.1 Eerste groeiseizoen

In het eerste jaar speelde degradatie van het materiaal bijna geen rol is en is vooral getoetst op het voorkomen van insnoering en verwerkbaarheid van het materiaal.

Tabel 3.2 Resultaten na één groeiseizoen in 2007 in de teelt van spullen en opzetters

Behandeling	Degradatie	Insnoering	Losse bindingen	Verwerkbaarheid
Spullen				
Referentie	Geen	Beperkt	Nee	Voldoende
Type 2	Geen	Beperkt	Nee	Voldoende
Type 4	Geen	Nauwelijks	Nee	Voldoende
Type 5	Komt op gang	Vrij veel	Nee	Matig
Laanbomen				
Referentie	0%	0%	3%	Voldoende
Type 2	33%	0%	7%	Voldoende
Type 4	3%	0%	12%	Voldoende
Type 5	100%	0%	0%	Matig

De resultaten op de twee bedrijven (teelten) liepen na een groeiseizoen sterk uiteen.

Type 2;

Het gebruik van type 2 liet in de spillenteelt in het eerste teeltseizoen geen vroegtijdige degradatie zien i.t.t. de opzettersteelt waar de afbraak al op gang kwam. In de spillenteelt was sprake van een (meestal) lichte insnoering. Dat was vergelijkbaar met het referentiemateriaal (PVC).

Type 4;

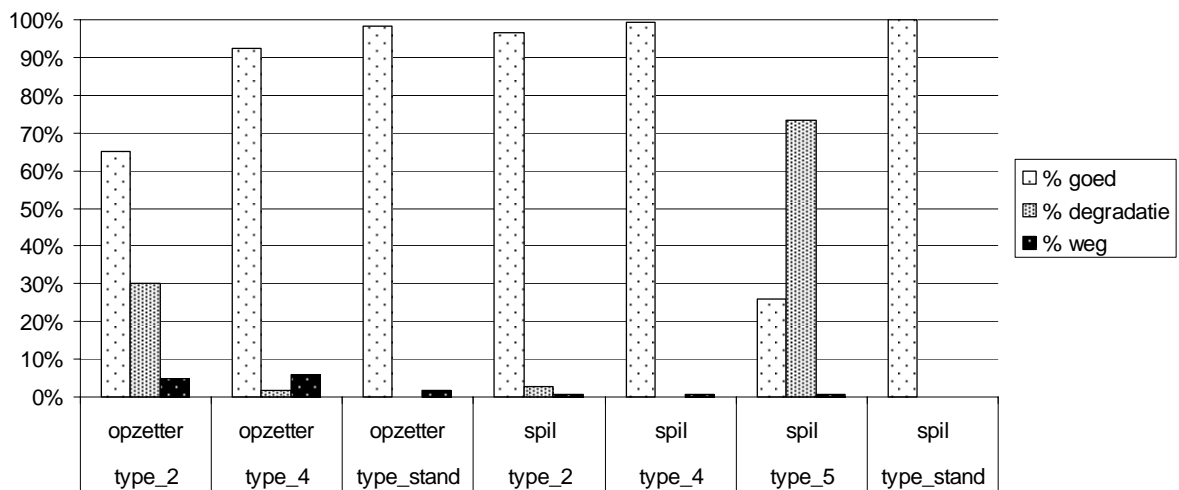
De toepassing van type 4 vertoonde na het eerste teeltseizoen nagenoeg geen degradatieverschijnselen, nauwelijks insnoering en de verwerkbaarheid was goed. De indruk bestond dat in de opzettersteelt een deel van de bindingen minder strak aangeboden zat (12%).

Type 5;

Bij type 5 was sprake van een snelle afbraak en insnoering. De verwerkbaarheid van dit product is in vergelijking met PVC-bindbuis matig. In de opzettersteelt werd type 5 in december 2007 verwijderd.

3.3.2 Tweede groeiseizoen

In het tweede teeltseizoen zijn type 2, type 4, type 5 (alleen in de spullen) en het referentiemateriaal op beide proeflocaties in november 2008 beoordeeld.



Grafiek 3.4 Degradatiegraad van bindbuis na twee groeiseizoenen in de teelt van opzetters en spillen.

Referentie

Bij het gebruik van het standaard bindbuis was vrijwel alles nog intact.

Type 2

Bij het gebruik van type 2 in de teelt van opzetters is bij 30% van de bindingen het afbraakproces op gang gekomen. In de spillenteelt was vrijwel alles nog intact.

Type 4

Bij het gebruik van type 4 in de teelt van opzetters was meer dan 90% nog intact. In de spillenteelt was dit bijna 100%.



Foto 3.3 Type 4 voldoet nog goed na twee groeiseizoenen.

Type 5

Bij het gebruik van type 5 in de teelt van spillen is in het tweede teeltseizoen bij meer dan 70% van de bindingen het afbraakproces op gang gekomen.



Foto 3.4 Snelle afbraak bij type 5.

De mate van insnoering bij alle typen is zeer beperkt en vergelijkbaar met het standaard bindbuis



Afbeelding 3.5 en 3.6 Nauwelijks insnoering na twee groeiseizoenen bij zowel de referentie (links) als bij bio-bindbuis (rechts).

In mei en oktober 2009 zijn twee extra waarneming uitgevoerd in de teelt van de opzetters. De gebruiksperiode van het bindbuis is nu resp. 22 en 27 maanden. In onderstaande grafiek staan de resultaten.

Referentie

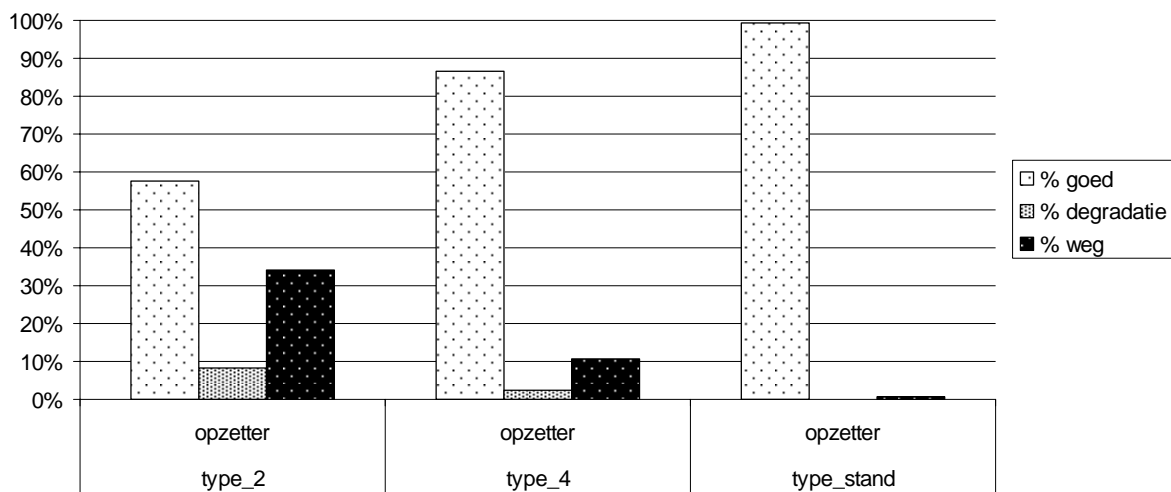
Bij het gebruik van het standaard bindbuis was vrijwel alles nog intact.

Type 2

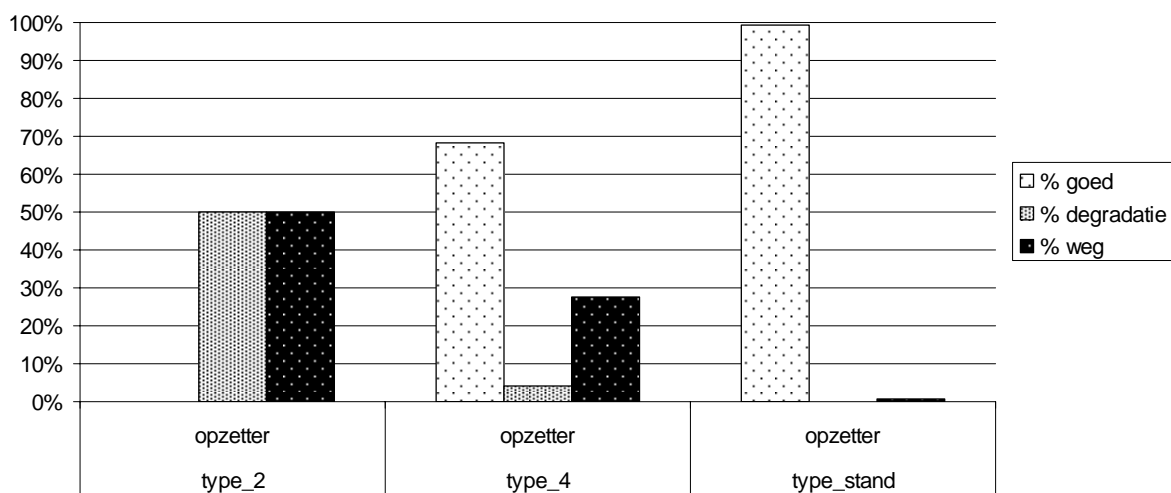
Bij het gebruik van type 2 in de teelt van opzetters is in mei ruim 30% weg. Bijna 60% van de bindingen is nog intact. Duidelijke afbraakverschijnselen zijn slechts bij 8% van de bindingen waarneembaar. In oktober is het degradatieproces aanzienlijk gevorderd; Alle het aanwezige bindmateriaal kan gemakkelijk van de boom losgetrokken worden (functie verloren).

Type 4

Bij het gebruik van type 4 in de teelt van opzetters was 87% nog intact en 11% van de bindingen zijn verdwenen. Duidelijke afbraakverschijnselen zijn slechts bij 3% van de bindingen waarneembaar. In oktober is nog 68% van de bindingen intact, 28% is verdwenen en bij 4% van de bindingen zijn zichtbare afbraakverschijnselen zichtbaar.



Grafiek 3.5 Degradatiegraad van de bindbuis varianten in mei 2009 in de teelt van opzetters.



Grafiek 3.6 Degradatiegraad van de bindbuis varianten in oktober 2009 in de teelt van opzetters.

4 Conclusies

4.1 Eerste prototypen tot 2002

De sector is zeer geïnteresseerd in de ontwikkeling van biologisch afbreekbare bindbuis, mits het materiaal voldoet aan de gestelde kwaliteitseisen.

De verwerkbaarheid van het materiaal was in de eerste proeffase onvoldoende. De te geringe elasticiteit van het materiaal werd als grootste handicap gezien. Aan de andere kant was de beoordeling van de knoopvastheid goed en leverde het werken met deze materialen geen vertraging in de werkgang op of meer beschadiging van de handen.

Zowel de bovengrondse als de ondergrondse degradatie van prototype1 verliep zeer snel en bij prototype 2 langzamer. Daardoor leek prototype 2 perspectiefvol. Echter na opschaling van de proef vielen de resultaten tegen. Het materiaal brak te snel af en de verwerkbaarheid kreeg een slechte beoordeling. Er werd geen kwaliteitsachteruitgang door staminsnoering geconstateerd.

De wensen voor verbetering van de verwerkbaarheid (elastischer) en tragere afbreekbaarheid van het bindbuis werden meegenomen in het vervolgproject. Aan het eind van deze fase werd hiervoor een onderzoeksaanvraag ingediend bij Productschap Tuinbouw.

4.2 Fase 2 2005/2006

Ten opzichte van de prototypen uit de eerste proeffase bleek het goed mogelijk om d.m.v. additieven de gebruiksduur van het biologisch afbreekbare bindbuis te vergroten en de verwerkbaarheid van het product te verbeteren.

Voor een succesvolle marktintroductie waren de behaalde resultaten echter nog onvoldoende. Met name op het gebied van de productspecificaties UV-bestendigheid en elasticiteit (E-modulus). Het bindbuis bleek ongeveer één jaar functioneel en groeide nog in onvoldoende mate mee met de secundaire diktegroei ('kruip'), met een te groot risico voor insnoering in de bast.

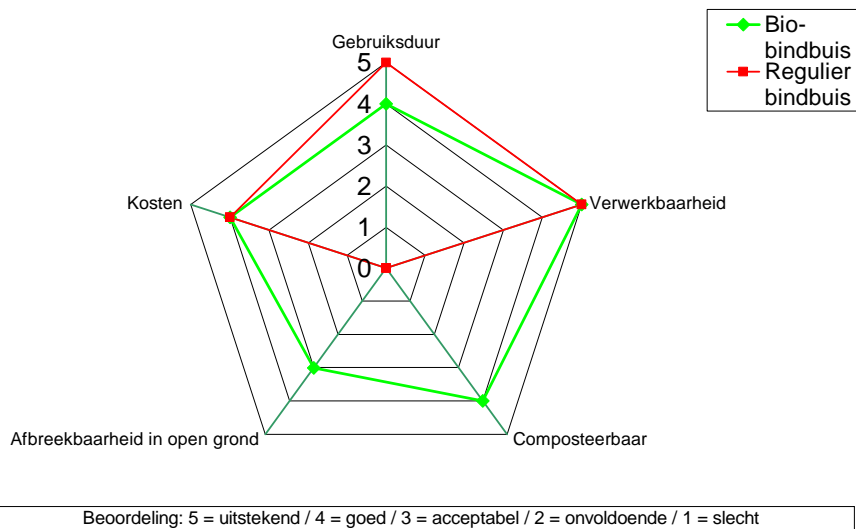
4.3 Fase 3 2007/2008

De doelstelling van het project is met prototype 4 gerealiseerd. Aan het eind van de tweede teeltseizoen bleek dit prototype te voldoen aan alle eisen, nl. nog vrijwel geen degradatieverschijnselen, nauwelijks insnoering en een goede verwerkbaarheid. Aan het einde van het derde teeltseizoen was nog tweederde deel van het bindmateriaal intact. De andere prototypen voldeden niet aan de gestelde eisen.

De composteerbaarheid van materiaal op basis van poly-esterurethaan in industriële composteerinstallaties is bewezen in het land van herkomst (Zuid-Korea). Aanvullend onderzoek naar de afbreekbaarheid van de materiaal in de grond is gewenst.

Uit bedrijfseconomische berekeningen resulteert de toepassing van biologisch afbreekbare bindbuis zowel in de teelt van spullen als van opzetters in een (licht) positief saldo. Ondanks de hogere productiekosten van bio-bindbuis zijn de voordelen groter (lagere arbeidskosten, minder kwaliteitsverlies).

In figuur 4.3 is de beoordeling van de relevante eigenschappen van regulier en bio-bindbuis samengevat.



Figuur 4.3 Beoordeling van de relevante eigenschappen van regulier en bio-bindbuis

4.4 Slotconclusie en aanbevelingen

Er is nu een goed werkend en daarmee veelbelovend prototype voor de praktijk beschikbaar. Om dit succesvol in de teelt te kunnen implementeren is het nodig om verder aandacht te geven aan een aantal zaken met betrekking tot de productie, vermarkting en de milieutechnische eigenschappen van het product. Daarom worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- Het goed presterende prototype (4) is relatief nieuw. Het verdient aanbeveling informatie te verzamelen over de milieutechnische eigenschappen van dit 'nieuwe' materiaal.
- Betreffende afbreekbaarheid in de grond van de nieuwe polyesterurethaan is nog niet alles onbekend. De verwachting is echter dat dit materiaal ook in de grond zal afbreken. Dit zal nader onderzocht moeten worden.
- Voorbereiden van een actieplan met de potentiële producent wat betreft het vervolg van de marktintroductie.